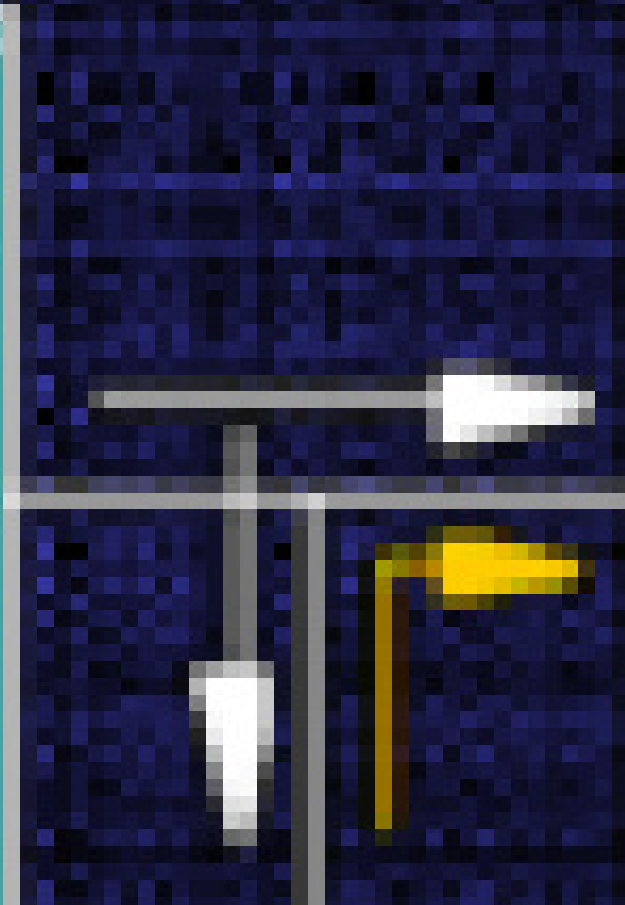


Gleichrichter

Wachstum



**ITW**Wissen  
Das große Online-Lexikon  
für Informationstechnologie

# POWER-MANAGEMENT

**KLAUS LIPINSKI (Hrsg.)**

aktus

## Inhalt

---

**ABM**, *advanced battery management*

**AC-Adapter**

**ACPI**, *advanced configuration and power interface*

**APM**, *advanced power management*

**BMC**, *baseboard management controller*

**Clock-Gating**

**DCiE**, *datacenter infrastructure efficiency*

**DPM**, *dynamic power management*

**DPMS**, *display power management system*

**DPTC**, *dynamic process and temperature compensation*

**DVFS**, *dynamic voltage and frequency scaling*

**DVS**, *dynamic voltage scaling*

**Energiesparsystem**

**ECS**, *energy conserving system*

**Energy Star**

**EPA**, *environmental protection agency*

**Hibernation**

**IPMI**, *intelligent platform management interface*

**LC**, *line conditioner*

**Leistungsfaktorkorrektur, LFK**

**Netzteil**

**Nutek**

**PM**, *power management*

**PMC**, *power managed component*

**Power-Gating**

**Power-Management-Bus**

**PUE**, *power usage effectiveness*

**Ruhezustand**

**SBS**, *smart battery system*

**Schaltnetzteil, SNT**

**STD**, *suspend to disk*

**STR**, *suspend to RAM*

**Unterbrechungsfreie**

**Stromversorgung, USV**

Impressum:

Herausgeber: Klaus Lipinski

Power Management

Copyright 2010

DATAKOM-Buchverlag GmbH

84378 Dietersburg

Alle Rechte vorbehalten.

Keine Haftung für die angegebenen Informationen. Das E-Book ist urheberrechtlich geschützt und darf nicht auf fremden Websites ins Internet oder in Intranets gestellt werden.

Produziert von Media-Schmid

[www.media-schmid.de](http://www.media-schmid.de)

## ABM, advanced battery management

Unter Advanced Battery Management (ABM) sind alle Maßnahmen zur Steuerung der Ladung und Entladung von Batterien in *USV-Systemen*. Das Batteriemangement soll die Lebensdauer der Batterien verlängern und gleichzeitig die Batterieladung kontrollieren, damit diese nicht zu schnell erfolgt und keine Überladung stattfindet. Darüber hinaus gibt das Batteriemangement dem Benutzer Informationen über die verbleibende Batteriekapazität.

## AC-Adapter

Um das Gewicht von portablen Geräten wie Laptops, Notebooks, Handys usw. so gering als möglich zu halten, werden in aller Regel die *Netzteile* als externe Einheiten ausgegliedert. Der AC-Adapter ist ein komplettes Netzteil für 230 V/115 V Netzspannung, das diese in eine niedrige Gleichspannung (DC) für die Versorgung der mobilen Endgeräte und für die Ladung der Akkus umsetzt. AC-Adapter sind kleine verkapselte Einheiten, die über ein Netzkabel oder den integrierten Netzstecker an die Netzspannung angeschlossen werden. Die Versorgung der mobilen Endgeräte erfolgt über ein entsprechendes Versorgungskabel.

Das Problem bei diesen Ladegeräten ist, dass es keine einheitlichen Schnittstellen für die verschiedenen Mobilgeräte gibt, für Handy, Digitalkamera, PDA, Camcorder oder Notebook. Es werden unterschiedliche Spannungen, Ladeströme und Stecker verwendet, so dass der Anwender für jedes portable Gerät und für jeden Akkutyp ein eigenes Ladegerät hat. Diesen unhaltbaren Zustand versucht DIN auf nationaler Ebene zu beheben indem es eine Spannungs-, Ladestrom- und Akku-abhängige Vereinheitlichung vorantreibt.

Technisch scheint die Aufgabe realisierbar, da bereits die Akkus verschiedener Mobiltelefone über die USB-Schnittstelle aufgeladen werden können. Ein neuer Ansatz für die Vereinheitlichung setzt auf den Micro-USB-Stecker. Dieser Stecker ist ideal für Kleinstgeräte wie MP3-Player, Handys, Digitalkameras usw. und soll auch als Stecker für Ladegeräte benutzt werden, wodurch die diversen herstellereigenen Ladegeräte-Stecker entfallen.

## ACPI, advanced configuration and power interface

Komplettes System	Funktion
ACPI S0	Normale Arbeitsweise
ACPI S1	Display aus, keine Eingabe
ACPI S2	wie ASPI S1
ACPI S3	Hibernation, Daten gepuffert
ACPI S4	Hibernation, Hauptspeicher-Inhalt auf HD
ACPI S5	Soft-Off, PC kann per Taster gestartet werden
ACPI G3	Global State
<b>CPU</b>	
ACPI C0	Prozessor in Betrieb
ACPI C1	Prozessor schläft leicht
ACPI C2/3	Prozessor schläft tiefer
ACPI S4 ..	noch tieferer Schlafzustand

Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) ist ein *Power-Management* in Personal Computern. Bei dem 1997 spezifizierten ACPI werden die Energiesparfunktionen vom Betriebssystem ausgeführt und nicht vom BIOS. Damit die angeschlossenen Geräte gesteuert werden können, müssen diese ACPI-fähig sein. Sie können dann einzeln und bedarfsabhängig softwaremäßig in den Ruhe- und Sleep-Zustand versetzt und wieder reaktiviert werden. Allerdings ist dazu unter Windows das Windows Driver Modul (WDM) als Gerätetreiber erforderlich.

*ACPI-Energiemodi*

ACPI ist ein offener Standard, entwickelt von Intel, Toshiba und Microsoft, der bereits mehrfach überarbeitet wurde. Er unterscheidet mehrere Energiesparfunktionen, so das *Hibernation*, den *Ruhezustand* mit Standby-Betrieb, in dem wesentliche Hardware-Komponenten wie die Festplatten und das Display abgeschaltet, der Arbeitsspeicher aber weiter gepuffert wird, den Ruhezustand oder die On-Now-Funktion, bei der ohne Neuladen direkt vom Sparbetrieb in die Anwendungsprogramme umgeschaltet wird.

Die wichtigsten ACPI-Modi sind Suspend to RAM (*STR*), der als S3-Modus bezeichnet wird, der S1-Modus Suspend to Disk (*STD*), Hibernation ist der S4-Modus und der Soft-Off-Zustand ist der S5-Modus.

Im Standby-Modus S3 wird der gesamte Inhalt im Arbeitsspeicher und im S1-Modus auf der Festplatte abgelegt. Der Energieverbrauch differiert in diesen beiden Betriebsarten zwar nur um ein halbes Watt oder etwas mehr, was sich allerdings über ein Jahr betrachtet zu mehreren Kilowatt kumuliert. Der Soft-Off-Modus S5 schreibt für das Jahr 2010 in diesem Modus einen Verbrauch von lediglich 2 W vor, 2014 ist der Grenzwert nur noch 1 W.

ACPI steuert mit einer weiteren Energiesparfunktion die Helligkeit und Farbtemperatur von Displays in Abhängigkeit vom Umgebungslicht. Diese Funktion wird durch einen Ambient Light Sensor (ALS) gesteuert und passt die Helligkeit des Displays immer dem Umgebungslicht an.

<http://www.acpi.info>

## **APM, advanced power management**

Das von Intel und Microsoft entwickelte *Advanced Power Management* (APM) dient der Senkung der Stromverbrauchs von PCs, im Besonderen von akkubetriebenen Laptops und Notebooks. Bei diesem Power-Management hat die Firmware und die Hardware direkten Zugriff auf die Werte für die Stromaufnahme und können nicht aktiv in den Verarbeitungsprozess eingebundene Hardware-Komponenten in einen Standby-Modus schalten. Da die Eingabegeräte wie Tastatur und Maus ebenso wie die Schnittstellen überwacht werden, schaltet APM bei eingehenden Aktionen die jeweilige Komponente wieder in den Normalbetrieb. Von der Funktionalität her bietet APM nur einfachere Regelungen gegenüber *ACPI*.

Bei den Betriebsarten unterscheidet man zwischen dem *Hibernation*, das bei sinkender Akkuspannung oder auch nach einer voreingestellten Zeitspanne in der keine Bedienung erfolgt ist, aktiviert wird, den Suspend-Betriebsarten *Suspend-to-Disk* und *Suspend-to-RAM*, und dem Aufweckbetrieb, dem Wake-up-Modus. Im Suspend-Modus arbeiten die Geräte nicht mehr aktiv, achten aber noch auf die Wake-up-Signale.

Das Power-Management bietet bei akkubetriebenen Geräten besondere Vorteile, wird aber auch bei Displays als Display Power Management System (*DPMS*) eingesetzt.

## **BMC, baseboard management controller**

Das Intelligent Platform Management Interface (*IPMI*) ist eine Arbeitsplattform für Netzwerk-Administratoren, mit der diese Server-Komponenten wie *Netzteile* oder Lüfter aber ebenso Temperaturen und Spannungen administrieren können. Die Implementierung von IPMI sieht einen Chip auf der Motherboard des entsprechenden Systems vor, den Baseboard Management Controller (BMC), der die Schnittstelle zwischen dem IPMI-System und dem Hostsystem bildet.

## **Clock-Gating**

Clock-Gating und *Power-Gating* sind Verfahren des *Power-Managements* zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Funktionseinheiten. Mit ihnen kann die Leistungsaufnahme von mobilen Computern,

von Notebooks, Netbooks oder anderen Mobilgeräten verringert und dadurch die Betriebszeit verlängert werden.

Beim Clock-Gating wird die Leistungsaufnahme dadurch reduziert, indem die Taktfrequenz an temporär nicht mehr benötigten Funktionseinheiten abgeschaltet wird. Die Funktion des Clock-Gatings wird vorwiegend in Registern angewandt, bei dem der Taktimpuls über ein Gatter ausgeblendet wird.

## **DCiE, datacenter infrastructure efficiency**

Es gibt verschiedene Ansätze um die Effizienz der in Rechenzentren eingesetzten Energie quantitativ bewerten zu können. Der von der The-Green-Grid-Organisation gewählte Ansatz kennt zwei Kennwerte: die Power Usage Effectivness (*PUE*) und die Datacenter Infrastructure Efficiency (DCiE). Während mit der PUE die Effizienz des Energieeinsatzes ermittelt wird, wird mit dem DCiE-Wert der Wirkungsgrad der im Datenzentrum eingesetzten Energie bewertet. Die beiden Werte berechnen sich aus der gesamten eingesetzten Energie und der Leistung der IT-Geräte. Wobei sich die Datacenter Infrastructure Efficiency (DCiE) aus dem Quotienten der Energie der IT-Geräte zur Gesamtenergie des Rechenzentrums berechnet. Der DCiE-Wert ist der Kehrwert der PUE. DCiE entspricht  $1/PUE$ , angegeben in Prozent.

## **DPM, dynamic power management**

Das dynamische *Energiemanagement* (*DPM*) ist eine Technik zum Stromsparen, die in Mobilgeräten angewendet wird. Dabei werden die Betriebszustände der Hardware-Module in Echtzeit so gesteuert, dass der Energieverbrauch minimiert wird. Die DPM-Technik setzt voraus, dass die Hardware-Komponenten in ihrem Leistungsverhalten softwaremäßig gesteuert und auf das Optimum zwischen Leistungsaufnahme und Rechenleistung eingestellt werden können. Entsprechende Komponenten werden als Power Managed Component (*PMC*) bezeichnet.

Es gibt verschiedene Optimierungstechniken, die im dynamischen Energiemanagement eingesetzt werden. So die dynamische Frequenzskalierung, die Skalierung von Spannung und Frequenz, *DVFS*, und die dynamische Prozess- und Temperaturkompensation, *DPTC*.

Bei der dynamischen Skalierung der Frequenz geht es darum durch Reduzierung der Taktfrequenz die Leistungsaufnahme der Prozessoren zu verringern, da diese mit steigender Taktfrequenz ansteigt bzw. mit sinkender abnimmt. Mit der Taktfrequenzskalierung wird diese auf den geringst möglichen Wert abgesenkt, bei dem der Prozessor die geforderte Rechenleistung gerade noch erbringt. Allerdings erhöht sich bei dieser Methode die Dauer in der der Prozessor die Anweisungen abarbeitet.

## **DPMS, display power management system**

Display *Power Management* System (DPMS) ist ein von der Grafikkarte aus gesteuertes Power-Management, eine Energie-Sparfunktion, die dann aktiviert wird, wenn für eine festgelegte Zeit keine Bildänderungen erkannt werden. Die Richtlinien für den DPMS-Standard wurden von der VESA ausgearbeitet. Es gibt drei unterschiedliche Abschaltstufen: in der ersten Abschaltstufe, dem Standby, wird der Bildschirm abgedunkelt; in der zweiten Stufe, dem Suspend, wird die Spannung stark reduziert und die dritte Stromsparstufe, der Sleep-Modus, ist mit dem Abschalten der Versorgungsspannung vom Display verbunden.

Die Zeiteinstellung für die einzelnen Stromsparstufen kann vom Benutzer konfiguriert werden. Das DPMS-

*Betriebsarten des Power Managements (PM)*

Betriebsart	Funktion, Eigenschaften
<b>Dynamic Power Management (DPM)</b>	Steuerung der Betriebszustände von Hardware-Komponenten zur Minimierung des Energieverbrauchs. DVS, DVFS, DPTC.
<b>Advanced Power Management (APM)</b>	Betriebsmodi zur Verringerung der Leistungsaufnahme. Modi: Run, Idle-State, Sleep-Mode.
<b>Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)</b>	Steuerung der Betriebsmodi über das Betriebssystem. Komponenten müssen ACPI-fähig sein.
<b>Dynamic Voltage Scaling (DVS)</b>	Verringerung der Taktfrequenz.
<b>Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS)</b>	Verringerung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz.
<b>Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC)</b>	Anpassung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz in Abhängigkeit von der Prozessortemperatur.
<b>Clock Gating</b>	Abschaltung der Taktfrequenz bei temporär nicht benötigten Komponenten.
<b>Power Gating</b>	Reduktion von Leckströmen bei nicht benötigten Funktionseinheiten.
<b>Display Power Management System (DPMS)</b>	Abschaltung des Displays wenn keine Änderungen auftreten. Modi: Stand-by, Suspend, Sleep

Management reduziert die benötigte Leistung von Monitoren mit Kathodenstrahlröhre von beispielsweise 150 W im Vollbetrieb, über 120 W im Standby und etwa 20 W im Suspend, bis hin zu weniger als 5 W im Sleep-Modus. DPMS wurde bereits 1992 in die TCO-Richtlinien aufgenommen. Ab Windows 2000 unterstützt das Betriebsprogramm Advanced Power Management (APM) und Advanced Configuration and Power Interface (ACPI).

## **DPTC, dynamic process and temperature compensation**

Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC) ist eine Technik für das *dynamische Energiemanagement (DPM)* von Mobilgeräten. Die DPTC-Technik ist als Optimierung von DVFS anzusehen, da sie Einfluss auf die Betriebsspannung und die Taktfrequenz der energiesparenden Prozessoren nimmt. Bei dieser Technik werden die entsprechenden Prozessoren mit einer integrierten prozess- und temperaturabhängigen Struktur überwacht. Daraus wird eine mögliche Reduzierung der Betriebsspannung ermittelt, die soweit reicht, dass die Betriebstemperatur nahe der Umgebungstemperatur liegt.

## DVFS, dynamic voltage and frequency scaling

Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) ist eine von mehreren Techniken für das *dynamische Energiemanagement* (DPM) zur Reduzierung der Leistungsaufnahme. Bei dieser Technik geht es um die Skalierung der Taktfrequenz und der Betriebsspannung. Zwischen der Taktfrequenz und der Prozessorleistung besteht eine Proportionalität: Eine höhere Taktfrequenz verursacht eine proportional höhere Leistungsaufnahme des Prozessor. Zwischen der Betriebsspannung und der Leistungsaufnahme besteht sogar ein quadratischer Zusammenhang. Eine Reduzierung der Betriebsspannung hat somit eine wesentlich geringere Leistungsaufnahme zur Folge. Werden beide Parameter, die Taktfrequenz und die Betriebsspannung gleichzeitig verringert, erfolgt die Reduzierung der Leistungsaufnahme sogar in der dritten Potenz.

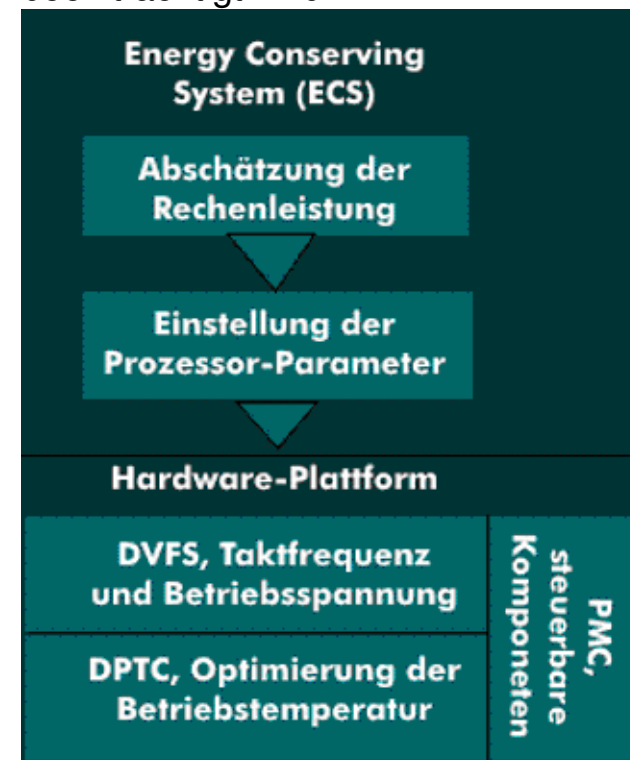
Diese Erkenntnisse werden in der DVFS-Technik umgesetzt indem die maximal mögliche Taktfrequenz und Betriebsspannung für die Prozessoren definiert und während des Betriebs softwaremäßig gesteuert werden. Die DVFS-Technik arbeitet daher mit verschiedenen Algorithmen, die die mögliche Auslastung und Ruhephasen einschätzen und daraus ihre Steuerungsmechanismen ableiten.

## DVS, dynamic voltage scaling

Dynamic Voltage Scaling (DVS) ist ein Verfahren für das *dynamische Energiemanagement* (DPM) von Notebooks und Netbooks mit dem eine höhere Energieeffizienz erzielt wird. Bei DVS wird die Versorgungsspannung der Prozessoren verringert. Da die Spannung quadratisch in die Leistungsaufnahme eingeht, wird mit dem Dynamic Voltage Scaling eine starke Reduzierung der Leistungsaufnahme erreicht. Das hat allerdings zur Folge, dass die Rechenleistung der Prozessoren sinkt. Sind die Mobilgeräte mit Doppelkernprozessoren ausgestattet, dann kann die Spannungsreduzierung für jeden Prozessorkern unabhängig voneinander optimiert werden, ohne dass dadurch die Rechenleistung beeinträchtigt wird.

## Energiesparsystem ECS, energy conserving system

Energiesparsystem mit steuerbaren Komponenten



## Energy Star

Energiesparsysteme (ECS) unterstützen das *Energiemanagement* (PM) und minimieren die Leistung, die aus Batterien und Akkus entnommen wird. Sie nutzen Energiespartechniken wie Dynamic Voltage and Frequency Scaling (*DVFS*) mit der Skalierung der Taktfrequenz und der Betriebsspannung von Prozessoren und Dynamic Process and Temperature Compensation (*DPTC*) mit der Temperaturoptimierung. Die Skalierung und Optimierung der Betriebsdaten bildet eine Grundlage von Energiesparsystemen, die *Power Managed Components* (PMC) eine weitere. In die Skalierung gehen anwendungsspezifische Leistungsdaten ein, da die Leistungsaufnahme der Prozessoren von den Anwendungen abhängt.

Zur Bewertung der Energienutzung von Personal Computern wurden von den verschiedensten Organisationen und Arbeitskreisen Bewertungs-Labels kreiert: Energy Star gehört dazu, ebenso wie der

Energy-Star-Klassen

Gerät	Klasse	Beschreibung	Max. Leistung im Leerlauf
Desktop	A	Alle Geräte, die nicht unter B und C fallen	50 W
	B	Multi-Core-Prozessor, mindestens 1 GB RAM	65 W
	C	Multi-Core-Prozessor, Grafikkarte mit >128 MB	95 W
Notebook	A	Geräte, die nicht unter B fallen	14 W
	B	Separater Grafikchip mit >128 MB	22 W

Blaue Engel, des EU-Eco-Label oder die TCO-Richtlinie für Personal Computer. Die Energy-Star-Richtlinien wurden von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde, der *Environmental Protection Agency* (EPA), erarbeitet. Das entsprechende Energy-Star-Label ist international anerkannt. Die Richtlinien wurden mehrfach ergänzt und klassifizieren in der aktuellen Version den Leistungsverbrauch von Desktops,

Notebooks und Peripheriegeräten, sowohl im Standby-Modus als auch im Betrieb und schreiben Maximalwerte für den Standby-Betrieb vor. Es gibt verschiedene Energy-Star-Klassen für Desktops und Notebooks, die mit den Buchstaben "A", "B" und "C" bezeichnet werden und die sich in der Prozessortechnik unterscheiden.

Danach dürfen Desktops mit Mehrkernprozessoren im Leerlauf 65 W verbrauchen, sind sie mit einer Grafikkarte mit mindestens 1 Gigabyte (GB) ausgestattet, kann die Energieaufnahme auf 95 W steigen. Die Energy-Star-Richtlinien befassen sich auch mit dem Wirkungsgrad von *Netzteilen*. Nach der Version aus Mitte 2007 schreibt die Richtlinie einen Wirkungsgrad von mindestens 80 %, bei einer Auslastung von 20 % der maximal zulässigen Auslastung vor.

### EPA, environmental protection agency

Die Environmental Protection Agency (EPA) ist die US-amerikanische Umweltschutzbehörde. Die EPA hat Standards für den Stromsparbetrieb von Personal Computern definiert. Computer, die die Richtlinien für das *Power-Management* erfüllen, können den *Energy Star*, das ist das Zertifizierungszeichen der EPA, benutzen.

### Hibernation

Das Hibernation, zu deutsch Überwinterung, ist ein Verfahren des *Power-Managements* zur Datensicherung bei sinkender Akkuleistung. Fällt die Betriebsspannung der Akkus unter einen Defaultwert, werden die Daten des Arbeitsspeichers auf die Festplatte gespeichert. Darüber hinaus wird auch der aktuelle Zustand des Betriebssystems mit allen Anwendungsprogrammen in einer Datei auf der Festplatte gespeichert. Die Hibernation-Funktion kann auch nach Ablauf einer voreingestellten Zeit erfolgen in der keine Tasteneingabe oder Mausbewegung vorgenommen wurde. Im Hibernation-Betrieb ist das Gerät ausgeschaltet, im Gegensatz zum *Ruhezustand* im Standby. Das Wiedereinschalten ist mit dem Auslesen der ausgelagerten Dateien und Daten von der Festplatte in den Arbeitsspeicher verbunden.

### IPMI, intelligent platform management interface

Das Intelligent Platform Management Interface (IPMI) ist eine Arbeitsplattform für Netzwerk-Administratoren, mit der diese Server-Komponenten wie *Netzteile* oder Lüfter aber ebenso Temperaturen und Spannungen

administrieren können. Das IPMI-Interface bietet dem Administrator die Möglichkeit Statusmeldungen zu empfangen, Anweisungen an Server zu senden, über das Netzwerk Diagnosen und automatische Recoverys durchzuführen. Voraussetzung ist, dass die Server IPMI unterstützen.

IPMI ist ein allgemein akzeptierter Industriestandard, der festlegt, wie Systemmanagement-Daten erfasst, gespeichert und übertragen werden. Er bietet eine durchgehende Fernzugriffsmöglichkeit und ist unabhängig vom Betriebssystem.

IPMI definiert für die Nachrichtenübermittlung über mehrere Server hinweg intelligente Management-Busse, den Intelligent Platform Management Bus (IPMB) und den Intelligent Chassis Management Bus (ICMB), die im SMBus implementiert sind.

Neben den Administrationsfunktionen unterstützt IPMI sicherheitsrelevante Funktionen wie die Authentifizierung und Verschlüsselung, ebenso wie das Login und das *Power-Management* mit *ACPI*. Eingesetzt wird IPMI u.a. in Servern, Personal Computern (PC) und ATCA.

IPMI wird von namhaften Unternehmen aus der Bus- und Servertechnik unterstützt. Dazu gehören Intel, Hewlett-Packard, NEC und Dell und viele weitere.

## **LC, line conditioner**

Line Conditioner (LC) sind Stabilisierungseinrichtungen für die Netzspannung. Es handelt sich um Spannungsstabilisierer, die auf magnetischer oder elektronischer Basis arbeiten, mit Störspannungsfiltren und Überspannungsableitern versehen sind, und bis zu 25 % Netzspannungsschwankungen zulassen.

## **Leistungsfaktorkorrektur, LFK** *PFC, power factor correction*

Die Leistungsfaktorkorrektur (LFK) ist eine Funktion von *Netzteilen* um diese an sich ändernde Leistungsabgaben anzupassen. Da die Leistungsaufnahme von Personal Computern (PC) wesentlich vom Motherboard und von den weiteren Komponenten wie Grafikkarten abhängt, darüber hinaus die betriebsbedingte Auslastung zu einer Mehrleistung von 100 W führen kann, gibt es Netzteile und *Schaltnetzteile* die sich mit der Power Factor Correction (PFC) der aktuellen Leistungsaufnahme anpassen. Man unterscheidet dabei zwischen passiver und aktiver Leistungskorrektur.

Die **passive Leistungskorrektur** arbeitet mit einer Drossel als niederfrequenten Tiefpass. Durch die Drossel werden auftretende Spannungsspitzen gedämpft. Der Leistungsfaktorwert liegt bei diesem Verfahren zwischen 0,7 und 0,8. Die **aktive Leistungsanpassung** arbeitet mit Thyristoren, die durch die Leistungsabnahme gesteuert werden. Die Leistungsfaktorwerte sind besser als beim passiven Verfahren und liegen zwischen 0,9 und 1.

## **Netzteil** *PSU, power supply unit*

Unter einem Netzteil, einer Power Supply Unit (PSU), versteht man die Einheit innerhalb eines Gerätes, die die elektronischen Schaltungen mit den entsprechenden Spannungen und Strömen versorgt. Die Versorgungsspannungen werden dabei aus der Netzspannung erzeugt.

Dem Prinzip nach arbeiten alle Netzteile nach dem gleichen Schema: die Wechselspannung des Netzes, in Deutschland 230 V, wird über eine Transformatorschaltung in niedrigere Wechselspannungen transformiert. Diese werden anschließend gleichgerichtet, geglättet, in den gewünschten Spannungen stabilisiert und mit den erforderlichen Strömen den elektronischen Komponenten zugeführt.

Netzteile erzeugen in der Regel mehrere in der Leistung und im Pegel unterschiedliche Gleichspannungen

Formfaktoren der verschiedenen PC-Netzteile

Formfaktor des Netzteils	Einführung	Bezeichnung
ATX12V	02/2000	Advanced Technology, Extended 12 V Connector
TFX12V	04/2002	Thin Form Factor, 12 V Connector
SFX12V	12/1997	Small Form Factor, 12 V Connector
CFX12V	11/2003	Compact Form Factor, 12 V Connector
LFX12V	04/2004	Low Profile Form Factor, 12 V Connector

mit positiver oder negativer Polarität. Die Spannungsschienen von PC-Netzteilen haben +3,3 V, +5 V, +12 V, -5 V und -12 V. +5 V ist die übliche Versorgungsspannung für Motherboards, +12 V für Lüfter und Laufwerke. Zur Abschirmung der elektromagnetischen Strahlung (EMI), die durch die Thyristoren und Transformatorstreuungen hervorgerufen werden, sind Netzteile in sich abgeschirmte Einheiten mit Lüfter für die Kühlung.

Die Effektivität von Netzteilen ist durch deren Wirkungsgrad, dem Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Leistung

charakterisiert. Darüber hinaus gibt es Netzteile und *Schaltnetzteile*, die die Leistung sich ändernden Leistungsschwankungen anpassen, diese Netzteile arbeiten mit *Leistungsfaktorkorrektur* (PCF). Ein weiteres Bewertungskriterium von Netzteilen ist die Lautheit des Lüfters.

Ein wichtiges Auswahlkriterium für PC-Netzteile ist der Formfaktor. Man unterscheidet zwischen zwei Formaten: dem Full-brick-Format mit einer Größe von 117 x 61 x 13 mm und dem Half-brick-Format mit Abmessungen von 58,4 x 61 x 13 mm. Trotz dieser vereinheitlichten Spezifikationen bleiben den Herstellern von Netzteilen hinreichend Spielräume für eigene Varianten.

Bei mobilen Endgeräten mit externem Netzteil befindet sich dieses in dem externen *AC-Adapter*.

**Nutec** Nutec ist ein Energiesparstandard für Bildschirme, vergleichbar dem Display *Power Management System* (*DPMS*) der VESA. Nutec ist nach einer schwedischen Vereinigung benannt und arbeitet mit einem speziellen Bildschirmschoner.

Displays, die den Nutec-Modus unterstützen, reduzieren ihre Leistung in zwei Stufen um über 90 %. Die maximalen Verbrauchswerte sind vorgegeben ebenso wie die Ansprechzeit für die Energiesparschaltung und das Wiederansprechen bei der Aktivierung von Funktionen.

<http://www.nutec.se/>

**PM, power management**  
*Energiemanagement*

Der Begriff Power-Management (PM) wird in der Computertechnik benutzt und umfasst alle Maßnahmen zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Computern, Peripherie- und Mobilgeräten. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Stromsparbetrieb und Energieverwaltung.

Das Power-Management zielt primär auf mobile Computer, auf Laptops, Notebooks, Netbooks und Handhelds, weil dadurch die Betriebsdauer im Batteriebetrieb erhöht wird; es zielt aber ebenso auf stationäre Desktops um Energie einzusparen.

Bei den Energiesparmaßnahmen geht es um den Einsatz stromsparender Bauelemente, wie ULV-

Prozessoren (Ultra Low Voltage), um Energiesparmodi wie den *Idle State* oder den Sleep-Modus, sowie um andere Maßnahmen wie beispielsweise die Reduzierung der CPU-Taktfrequenz oder der CPU-Versorgungsspannung, das als Dynamic Voltage Scaling (*DVS*) bezeichnet wird, und auch um die zeitweise Abschaltung der Taktfrequenz bzw. der Stromversorgung von nicht benutzten Komponenten, dem *Clock Gating* bzw. dem *Power Gating*.

Beim Betrieb eines Computers sind immer nur einige wenige Komponenten und Peripheriegeräte in Funktion. Die für die Verarbeitung nicht aktivierten Komponenten und nicht relevanten Peripheriegeräte können so lange abgeschaltet oder in Stand-by geschaltet werden, solange sie nicht benötigt werden. Für Mobilgeräte gibt es mehrere Energiesparverfahren wie die dynamische Anpassung von Spannung und Frequenz, *DVFS*, die dynamische Prozess- und Temperaturkompensation, *DPTC*, die Vorhersage von Leerlaufzeiten, mit der stromsparende Leerlaufmodi aktiviert werden oder das *Dynamic Power Management* (*DMP*). Darüber hinaus gibt es noch das Gating der Taktfrequenz und der Versorgungsspannung sowie das Advanced Power Management (*APM*) und das Advanced Configuration

Betriebsart	Funktion, Eigenschaften
<b>Dynamic Power Management (DPM)</b>	Steuerung der Betriebszustände von Hardware-Komponenten zur Minimierung des Energieverbrauchs. <i>DVS, DVFS, DPTC</i> .
<b>Advanced Power Management (APM)</b>	Betriebsmodi zur Verringerung der Leistungsaufnahme. Modi: Run, Idle-State, Sleep-Mode.
<b>Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)</b>	Steuerung der Betriebsmodi über das Betriebssystem. Komponenten müssen ACPI-fähig sein.
<b>Dynamic Voltage Scaling (DVS)</b>	Verringerung der Taktfrequenz.
<b>Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS)</b>	Verringerung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz.
<b>Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC)</b>	Anpassung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz in Abhängigkeit von der Prozessortemperatur.
<b>Clock Gating</b>	Abschaltung der Taktfrequenz bei temporär nicht benötigten Komponenten.
<b>Power Gating</b>	Reduktion von Leckströmen bei nicht benötigten Funktionseinheiten.
<b>Display Power Management System (DPMS)</b>	Abschaltung des Displays wenn keine Änderungen auftreten. Modi: Stand-by, Suspend, Sleep

*Betriebsarten des Power Managements (PM)*

and Power Interface (*ACPI*). Für die Senkung der Leistungsaufnahme von Displays gibt es das Display Power Management System (*DPMS*). Dieses von der VESA standardisierte Verfahren findet seinen Ursprung in der hohen Leistungsaufnahme von Bildschirmen mit Kathodenstrahlröhren (CRT).

Bei Mobilgeräten liegt der Anteil an statischer Leistung, die immer benötigt wird, noch weit unter dem dynamischen Leistungsanteil, er steigt aber zunehmend an, da immer mehr Komponenten im Ruhezustand mit Strom versorgt werden müssen. Eine Reduzierung des statischen Anteils erhöht die Zeit in der die Mobilgeräte im Akkubetrieb arbeiten können.

## **PMC, power managed component**

*Energiesparsysteme* (ECS) steuern die Leistung, die die Prozessoren benötigen, über diverse Parameter wie die Betriebsspannung und die Taktfrequenz. Voraussetzung für alle Energiespartechniken ist, dass es sich um spezielle Prozessoren handelt, die in ihren Parametern steuerbar sind, um sogenannte Power Managed Components (PMC). Die PMC-Prozessoren sind softwaremäßig steuerbar, ihre Arbeitspunkte können in Abhängigkeit von den verschiedenen Parametern, von Vorhersagen und Abschätzungen eingestellt werden.

## **Power-Gating *power gating***

Das Power-Gating ist wie das *Clock-Gating* ein Verfahren, das im *Power-Management* (PM) zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von mobilen Computern eingesetzt wird.

Das Power-Gating zielt auf die Reduzierung der Leckströme bei Chips mit hoher Integrationsdichte und Strukturbreiten von unter 100 nm. Beim Power-Gating wird die Stromversorgung von nicht benutzten Funktionseinheiten temporär abgeschaltet, wodurch die Leckströme reduziert werden.

## **Power-Management-Bus *PMBus, power management bus***

Der *Power-Management-Bus* (PMBus) dient der Kommunikation zwischen den Komponenten der Stromversorgung; zwischen Spannungsreglern, Power Management (PM) und System-Controller. Diese Kommunikation wird im PMBus *Netzteile*-übergreifend standardisiert und bietet besondere Vorteile bei verteilten Stromversorgungen.

Der PMBus imitiert die bereits im *SBS-Standard* festgelegten Steuer- und Kontrollfunktionen, stellt allerdings als offener Standard die Befehls- und Datenformate für den Datentransport zur Verfügung. Darüber hinaus wurden im PMBus die Spezifikationen des SMBus übernommen.

Der PMBus ist vom Konzept her vergleichbar dem SMBus und besteht aus zwei Kommunikationsleitungen und drei Signalleitungen für Steuer- und Kontrollsignale. Über die Kommunikationsleitungen werden das Taktsignal und die Daten übertragen, über drei Signalleitungen können Fehler angezeigt und Spannungen abgeschaltet werden.

Die PMBus-Standardisierung wird vom SMIF, einem Zusammenschluss der SBS- und der PMBus-Konsortien, vorangetrieben.

<http://pmbus.org>

## **PUE, power usage effectiveness**

Rechenzentren sind äußerst energie- und damit kostenintensiv. Zur Bewertung der Effizienz der in Rechenzentren eingesetzten Energie, gibt es mehrere Ansätze, die auf organisatorischen oder reinen energietechnischen Bilanzen basieren. Mit diesen Ansätzen kann eine Quantifizierung der Energie-Effizienz

vorgenommen werden.

Der von der The-Green-Grid-Organisation gewählte Ansatz kennt zwei Kennwerte: die Power Usage Effectivness (PUE) und die *Datacenter Infrastructure Efficiency* (DCiE). Während mit dem PUE-Wert die Effizienz des Energieeinsatzes ermittelt wird, wird mit dem DCiE-Wert der Wirkungsgrad der im Datenzentrum eingesetzten Energie bewertet. Die beiden Werte berechnen sich aus der gesamten eingesetzten Energie und der Leistung der IT-Geräte. Wobei sich die Power Usage Effectivness aus dem Quotienten der Gesamtenergie des Rechenzentrums zum Energieverbrauch der IT-Geräte berechnet. Der DCiE ist der Kehrwert der PUE, also  $1/PUE$ .

In der Gesamtenergie ist die Energie für die Schaltanlagen, die *unterbrechungsfreie Stromversorgung* (USV), die Batterien usw. und auch die Energie für die Kühlungen, die Klimaanlage sowie die für alle IT-Geräte, für Rechner, Speicher, Telekommunikations- und Peripheriegeräten enthalten.

## **Ruhezustand**

*idle state*

Der Begriff Ruhezustand wird in der Übertragungstechnik ebenso benutzt wie in der Gerätetechnik.

In der Computertechnik und vor allem bei Laptops und Notebooks handelt es sich um eine Energiesparfunktion des *Power-Managements* unter *ACPI*.

Diese auch als *Suspend-to-Disk* bekannte Betriebsart kann unter Windows XP bei Ausschalten des Personal Computers (PC) aktiviert werden und bedeutet, dass im Gegensatz zum Standby-Modus alle Daten auf der Festplatte gesichert werden.

## **SBS, smart battery system**

Das Smart Battery System (SBS) ist ein 1995 vorgeschlagener Standard für die Steuerung und Verwaltung von Stromversorgungseinheiten und Akkus. Beim SBS-Standard, der in vielen tragbaren Computern eingesetzt wird, greifen mehrere *Netzteil-* und Akku-Komponenten ineinander. So die Spezifikationen der Smart Battery Data (SBD), des System Management Bus (SMBus) und des Smart Battery Charger (SBC). Mit der Kombination dieser Komponenten kann das Akku-Management betrieben und über den SMBus die Kommunikation mit Stromversorgungseinheiten erfolgen. Dazu gehören u.a. die Erfassung und Steuerung der Ladespannungen und Betriebsströme.

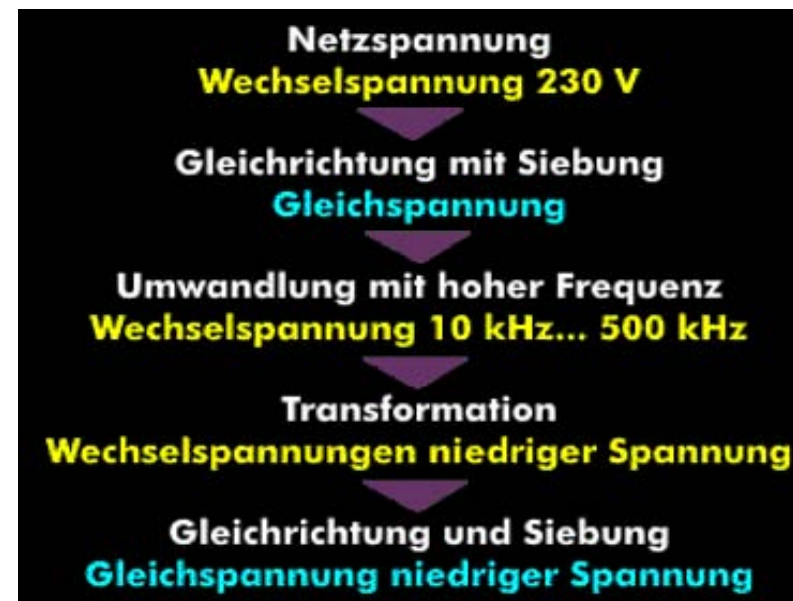
## **Schaltnetzteil, SNT**

*SMPS, switched mode  
power supply*

Herkömmliche *Netzteile* haben bestimmte Einschränkungen in Bezug auf ihren Wirkungsgrad, ihr Gewicht und die Spannungskonstanz. Klassische Netzteile gewinnen aus der Netzwechselfspannung von 50 Hz und 230 V die diversen Versorgungsspannungen, die die Hauptplatine und die anderen Komponenten benötigen. Dazu transformieren sie die Wechselfspannung, richten diese gleich und stabilisieren sie. Da die Transformation mit 50 Hz arbeitet, liegt der Wirkungsgrad für den Transformator, die Gleichrichtung und die Regelung bei 30 % bis 50 %.

Schaltnetzteile (SMPS) arbeiten hingegen mit Frequenzen, die um einige Zehnerpotenzen höher liegen, was sich unmittelbar im Wirkungsgrad der Transformation auswirkt, der bei Schaltnetzteilen bei 80 % bis 90 % liegt. Außerdem haben sie den Vorteil, dass Transformatoren, die bei höheren Frequenzen arbeiten, wesentlich leichter sind. Und als dritten Vorteil ist die bessere Stabilisierung zu nennen, die gleichermaßen auf Netzspannungs- und Versorgungsspannungsschwankungen reagiert. Dieser Aspekt ist von besonderer Bedeutung, da die elektronischen Bauelemente auf geringste Spannungsschwankungen reagieren.

Funktionsablauf beim Schaltnetzteil



Vom Prinzip her bestehen Schaltnetzteile aus den Funktionseinheiten Gleichrichter für die Netzspannung, Siebschaltung für die gleichgerichtete Netzspannung, Schalteinheit mit nachgeschalteter Transformation, eine weitere Gleichrichtung mit Siebschaltung und dem rückgekoppelten Regelmechanismus. Die Regelschaltung sorgt für die Optimierung des Wirkungsgrades, in dem sie die Impulsbreite des Taktsignals steuert und dadurch die Energieaufnahme mittels *Leistungsfaktorkorrektur* (PFC) an den Energieverbrauch anpasst. Gleichzeitig wird dadurch erreicht, dass nur geringe Verlustwärme anfällt. Die Schaltfrequenz liegt zwischen 25 kHz und 500 kHz und höher, wodurch der Transformator, der neben der Transformation auch für die Potentialtrennung sorgt, relativ

klein und leicht wird. Die Schaltfunktion selbst wird von Transistoren, MOSFETs oder Thyristoren mittels Pulsweitenmodulation übernommen.

Schaltnetzteile arbeiten mit hohen Schaltfrequenzen und erzeugen durch die steilen Flanken der Schaltvorgänge Signale mit extrem vielen Oberwellen. Da diese auch durch Siebschaltungen nicht hinreichend unterdrückt werden, muss die geregelte und stabilisierte Versorgungsspannung zusätzlich noch mit Induktivitäten von den Oberwellen bereinigt werden um die Welligkeit so gering als möglich zu halten. In Personal Computern erzeugen Schaltnetzteile die für das Motherboard und die Steckkarten benötigte Spannung von +5 V, des Weiteren +12 V für Motoren, Laufwerke und Lüfter. Weitere positive oder negative Spannungen sind selbstverständlich möglich.

**STD, suspend to disk** Der Suspend-to-Disk-Modus (STD) ist ein Programm für das *Energiemanagement*. In dieser Betriebsart wird das laufende Programm unterbrochen und die im Arbeitsspeicher abgelegten Daten auf die Festplatte gespeichert.

Bei dem als *Ruhezustand* bekannten Suspend-to-Disk-Modus bleiben alle Programme in dem vorherigen Zustand, wodurch der Startvorgang beim Wiedereinschalten wesentlich beschleunigt wird.

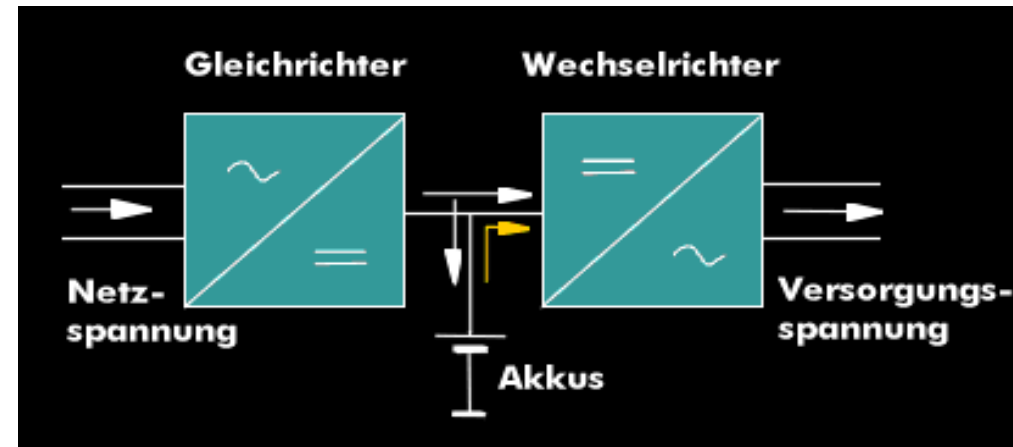
Diese Betriebsart bietet vor Allem in tragbaren Computern, in Laptops und Notebooks, ein gewisses Energiesparpotential, da vom Sparbetrieb direkt in die Anwendungsprogramme umgeschaltet wird.

**STR, suspend to RAM** Der Suspend-to-RAM-Betrieb (STR) ist eine Betriebsart des *Power-Managements* von Personal Computern. In dieser Betriebsart werden nach einer voreingestellten Zeit, während der keine Funktionseingaben erfolgt sind, stromverbrauchende Hardware-Komponenten wie die Festplatten, der Prozessor und das Display in einen Sparmodus geschaltet. Dieser Zustand des Einfrierens ist ein Standby-Modus. Da der Arbeitsspeicher in dieser Betriebsart gepuffert wird, werden für das Refresh des Arbeitsspeichers und die Kontrollfunktionen der Hardware-Komponenten eine geringe Restenergie benötigt.

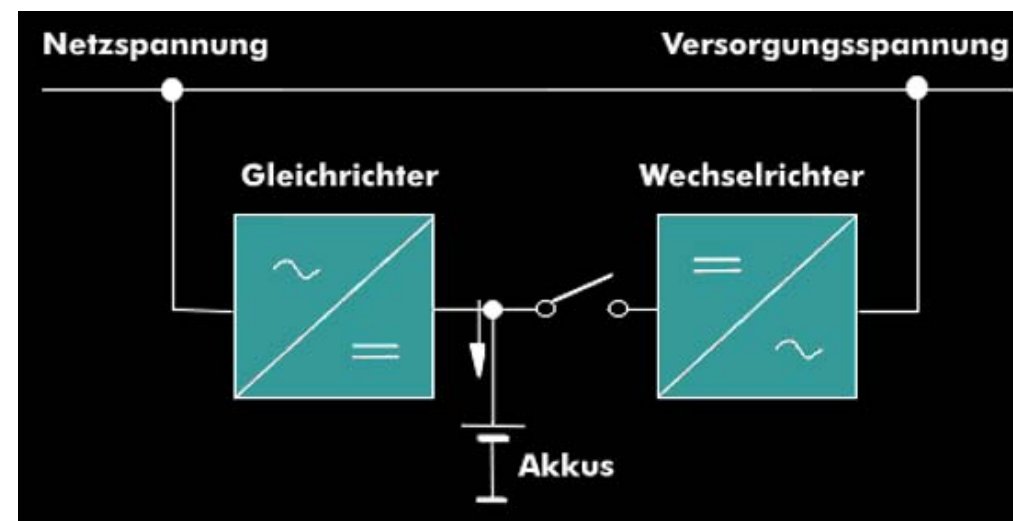
## Unterbrechungsfreie Stromversorgung, USV *UPS, uninterruptible power supply*

Uninterruptable Power Supply (UPS) sind Stromversorgungsgeräte, die bei Ausfall der örtlichen Stromversorgung den Betrieb der IT-Geräte, der angeschlossenen Datenstationen und der Datenkommunikationsgeräte ohne Datenverlust unterbrechungsfrei garantieren. Fällt die Stromversorgung aus, tritt eine Störung in der Netzspannung auf, hat das Netz Überspannung oder besteht Überlast, so muss eine unmittelbare Interaktion der USV eintreten.

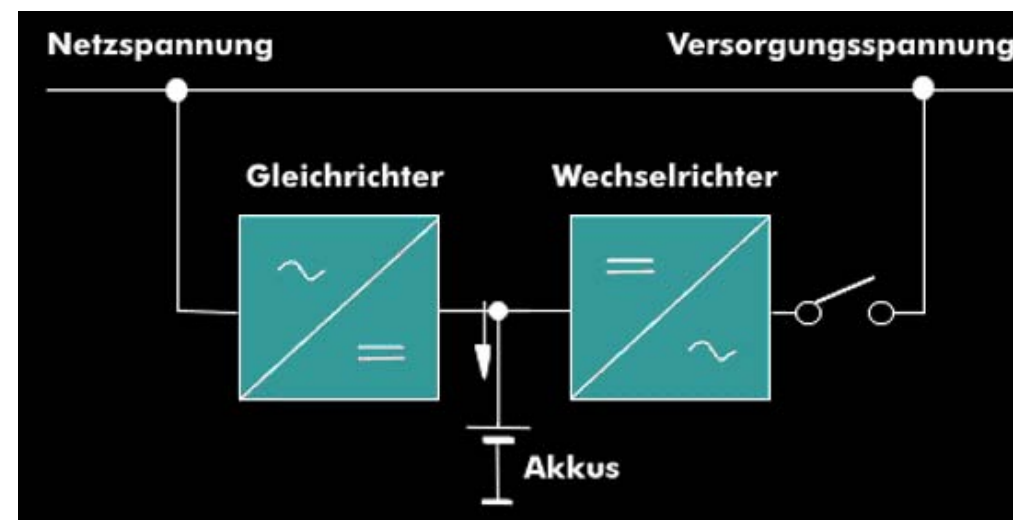
*Das Online-Konzept einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV)*



*Inline-Interactive-Konzept einer USV*



*Offline-Konzept einer USV*



Bei USV-Konzepten unterscheidet man zwischen Offline, Stand-by und Online: Offline-Konzepte schalten bei Netzstörungen und Netzausfall innerhalb von wenigen Millisekunden über den Wechselrichter auf die Akkus um. Dieses Konzept ist das einer Notstromversorgung. Wobei die Umschaltzeit weniger als 10 ms beträgt und bei Personal Computern (PC) ausreichen dürfte um keinen Datenverlust zu haben, bei anderen Rechnersystemen allerdings zu Datenverlust führen kann.

Beim Line-Interactive-Konzept arbeitet die akkubetriebene Stromversorgung parallel zur Netzspannungsversorgung. Die Stand-by-Geräte sind netzinteraktive USVs mit Spannungsreglern und -verstärkern. Sie überwachen die tolerierbaren Grenzwerte und halten die Versorgungsspannung über die Regelung und -Spannungsverstärkung innerhalb dieser Grenzwerte. Erst bei Ausfall der Versorgungsspannung schaltet die Elektronik innerhalb weniger Millisekunden auf Akkubetrieb um.

Die Online-Konzepte arbeiten mit Dauerumwandlung. Bei dieser Technologie wird die Versorgungsspannung nicht unmittelbar den Geräten zur Verfügung gestellt, sondern zuerst der USV-Komponente zugeführt. Über einen Gleichrichter wird sie in Gleichspannung gewandelt und steht, nachdem sie über einen Wechselrichter wieder zu Gleichspannung umgewandelt wurde, den Geräten als Versorgungsspannung zu

Verfügung. Der Vorteil dieses Konzeptes liegt darin, dass die neu generierte Versorgungsspannung von der Netzspannung entkoppelt ist und so Spannungsschwankungen oder Stromstöße keine Auswirkungen haben. Während des Normalbetriebs wird die Gleichspannung zur ständigen Aufladung der Akkus benutzt. Bei Netzstörungen wird die Akkuspannung für den Betrieb genutzt, wodurch eine gleichmäßige Ausgangsspannung gewährleistet wird. Bei diesem Konzept treten keine noch so kurzen Netzstörungen auf, die Transferzeit ist Null.

USV-Geräte sind zur besseren Vergleichbarkeit der Störbeeinflussung in USV-Schutzklassen eingeteilt, die von IEC, DIN und VDE standardisiert wurden. Die Standardisierung umfasst einige anwendungsrelevante Parameter, so die Abhängigkeit respektive die Unabhängigkeit von der Spannung und der Frequenz, VFD-, VI- und VFI-Klassifizierung, die Spannungscharakteristik bei Belastung, also die Abweichung von der Sinuskurve, und das transiente Spannungsverhalten.

Die höchste USV-Schutzklasse 1 arbeitet im Online-Betrieb und garantiert einen umfassenden Schutz, da die Versorgungsspannung ständig erzeugt wird. In der Schutzklasse 2 beträgt die Umschaltzeit zwischen 2 ms und 4 ms bei einer Leistung von bis zu 5 kVA. Die Schutzklasse 3 hat eine Umschaltzeit von bis 10 ms und Leistungen von bis zu 1 kVA.

USV-Geräte gibt es je nach Anwendung mit Leistungen von einigen wenigen kVA bis hin zu mehreren hundert kVA. Ein wichtiger Kennwert von USV-Anlagen ist deren Wirkungsgrad, da er unmittelbar in die Energiekosten eingeht. Ein Vergleich der Wirkungsgrade zeigt, dass bei einem Wirkungsgrad von 90 % mehr als doppelt soviel Zusatzstromkosten entstehen, wie bei einem von 95 %.